

ОАО «Концерн «ЦНИИ «ЭЛЕКТРОПРИБОР»
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Случайная генерация и анализ взвешенных графов в задачах планирования и мониторинга параллельных вычислений

*Грузликов А.М., Колесов Н.В., Скородумов Ю.М.,
Толмачева М.В.*

Россия, 197046, Санкт-Петербург, ул. Малая Посадская, 30.

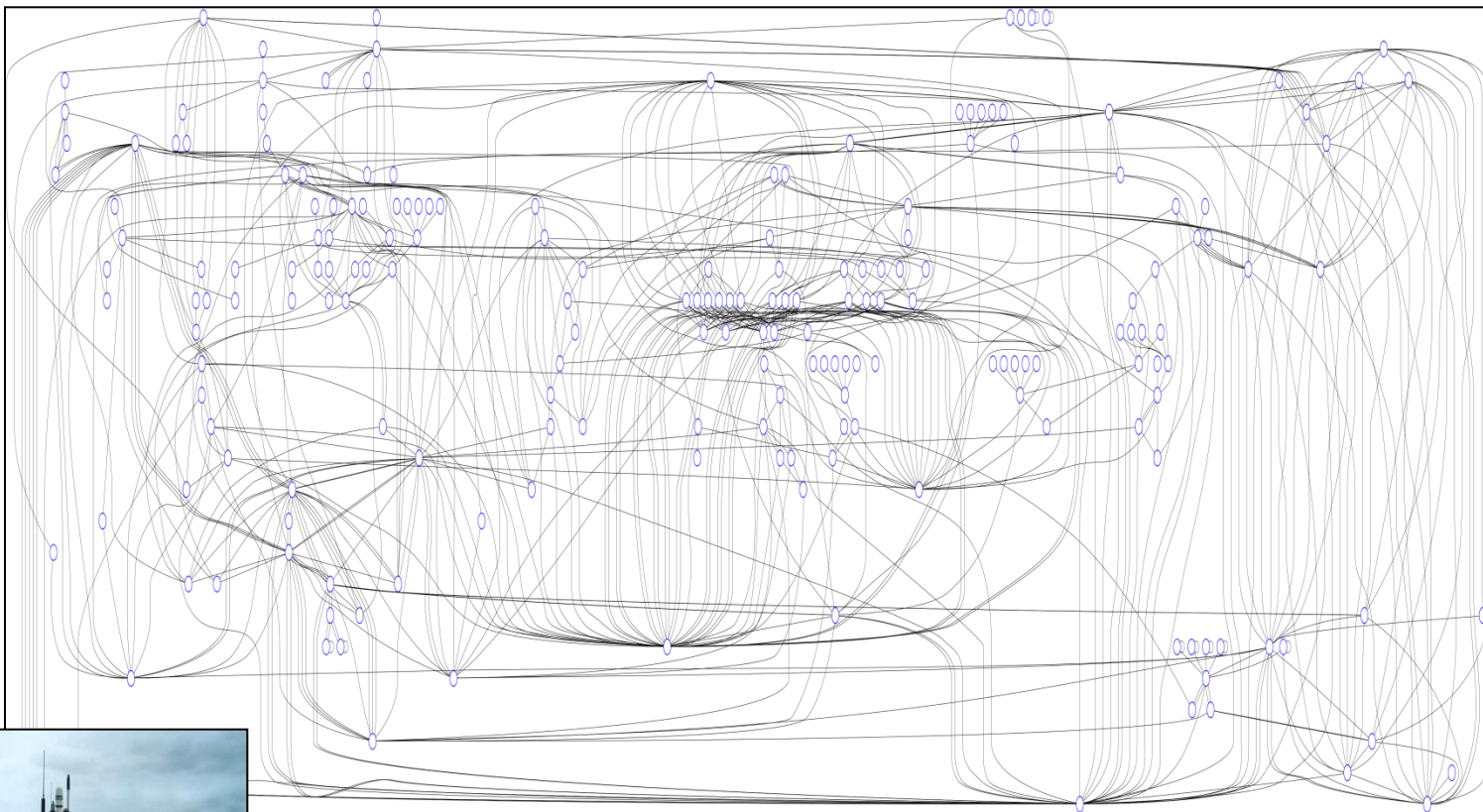
Тел.: (812)232-33-76

E-mail: office@eprib.ru

Internet: <http://www.elektropribor.spb.ru>



Программно - аппаратные комплексы со сложной архитектурой



Информационное представление комплекса в виде графа обмена данными.

План

1. Постановка задач

- назначения,
- планирования,
- мониторинга.

2. Случайная генерация графов

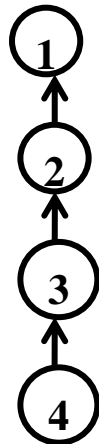
- на основе фиксированного сбалансированного дерева,
- на основе библиотеки деревьев,
- с заданным числом базовых циклов,
- реализуемых двухполюсных ориентированных.

Назначение заданий

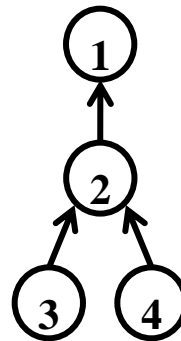
Основные понятия



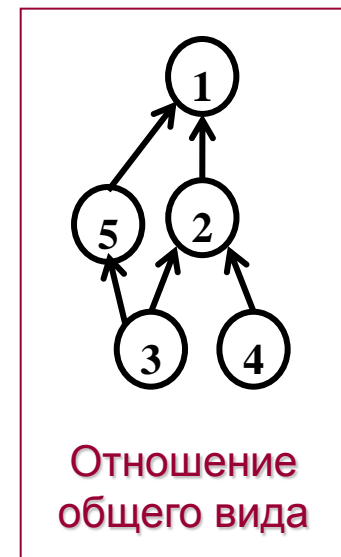
- **Назначение** – поиск наилучшего с точки зрения заданного критерия варианта соотнесения с каждым процессором некоторого списка решаемых на нем задач.
- **Задача** – решаемый на процессоре неделимый программный модуль.
- **Задание** – совокупность функционально зависимых задач (связанных отношением предшествования).
- **Отношение предшествования:**



Цепочка



Иерархия



Отношение
общего вида

Постановка задачи назначения для систем реального времени

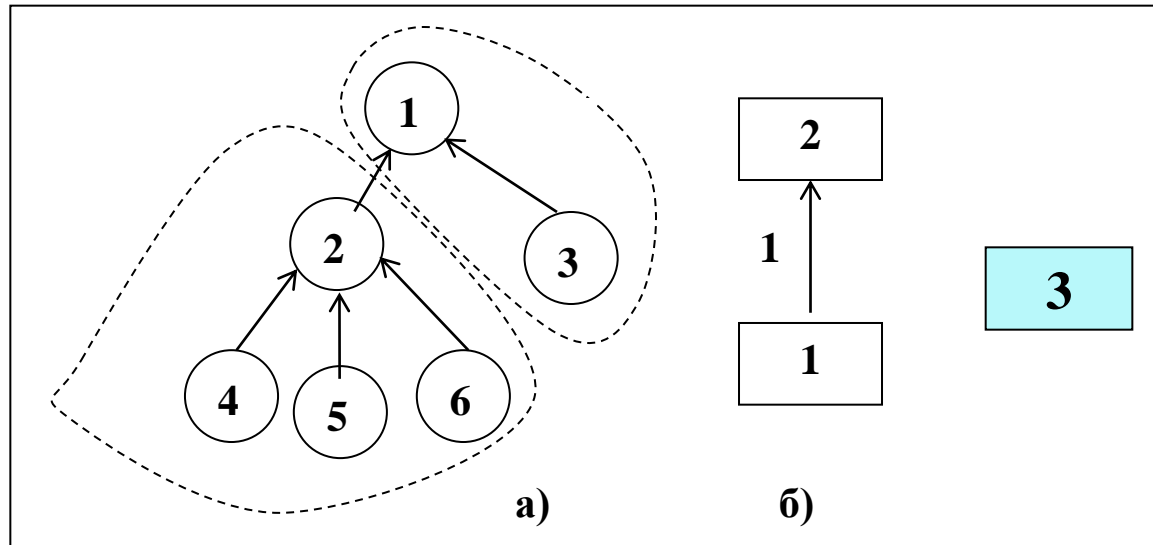
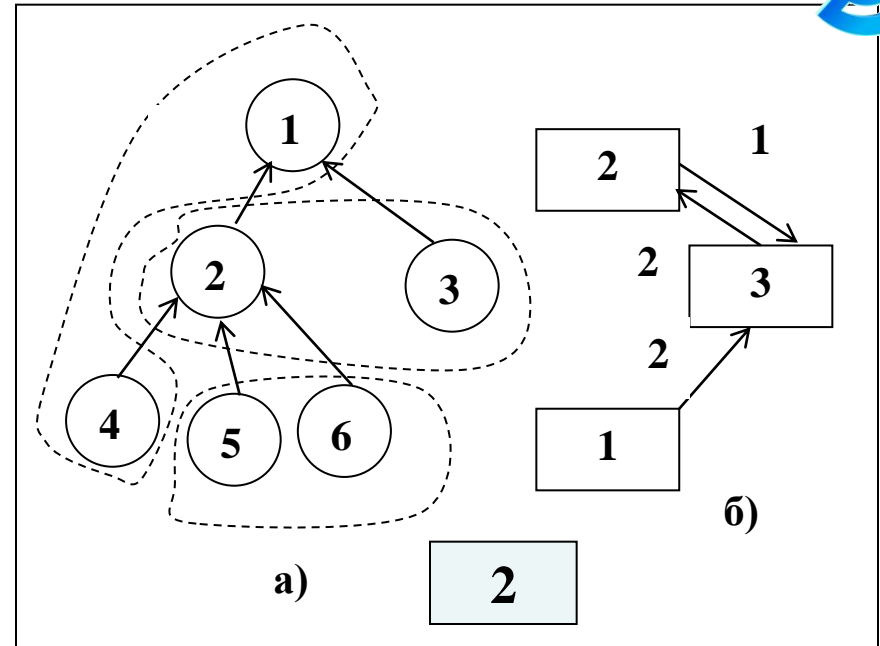
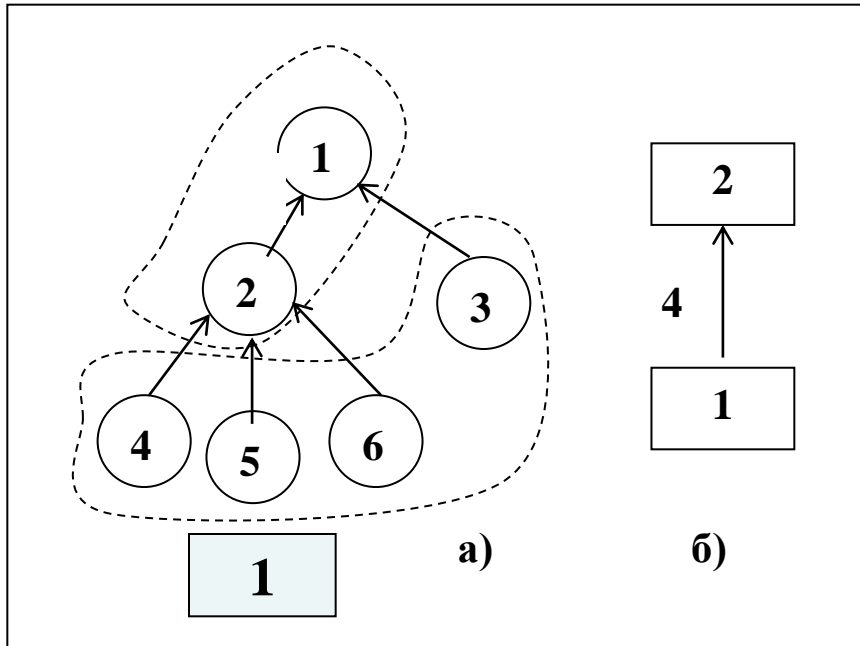


Дано:

- множество $\tau = \{\tau_j \mid j = \overline{1, m}\}$ из m независимых, периодических и иерархических заданий, каждое из которых включает n задач и обрабатывает периодический поток входных данных;
- множество P однотипных процессоров;
- времена выполнения задач $\{e_{ij} \mid i=1, 2, \dots, m, j=1, 2, \dots, n\}$ известны и постоянны.

Требуется: произвести назначение заданий на процессоры с использованием критерия $J = a * P + b * C$, учитывающего затраты на процессоры P и каналы обмена C , и размещая каждое задание на отдельных процессорах.

Разделение графа на части



Остовный алгоритм



Принцип: назначение на один процессор смежных задач, т.е. задач, непосредственно обменивающихся информацией

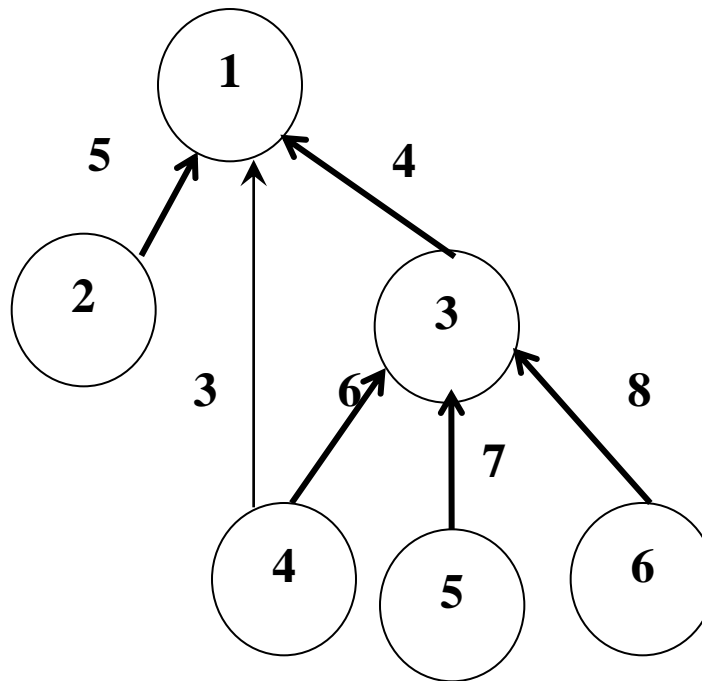
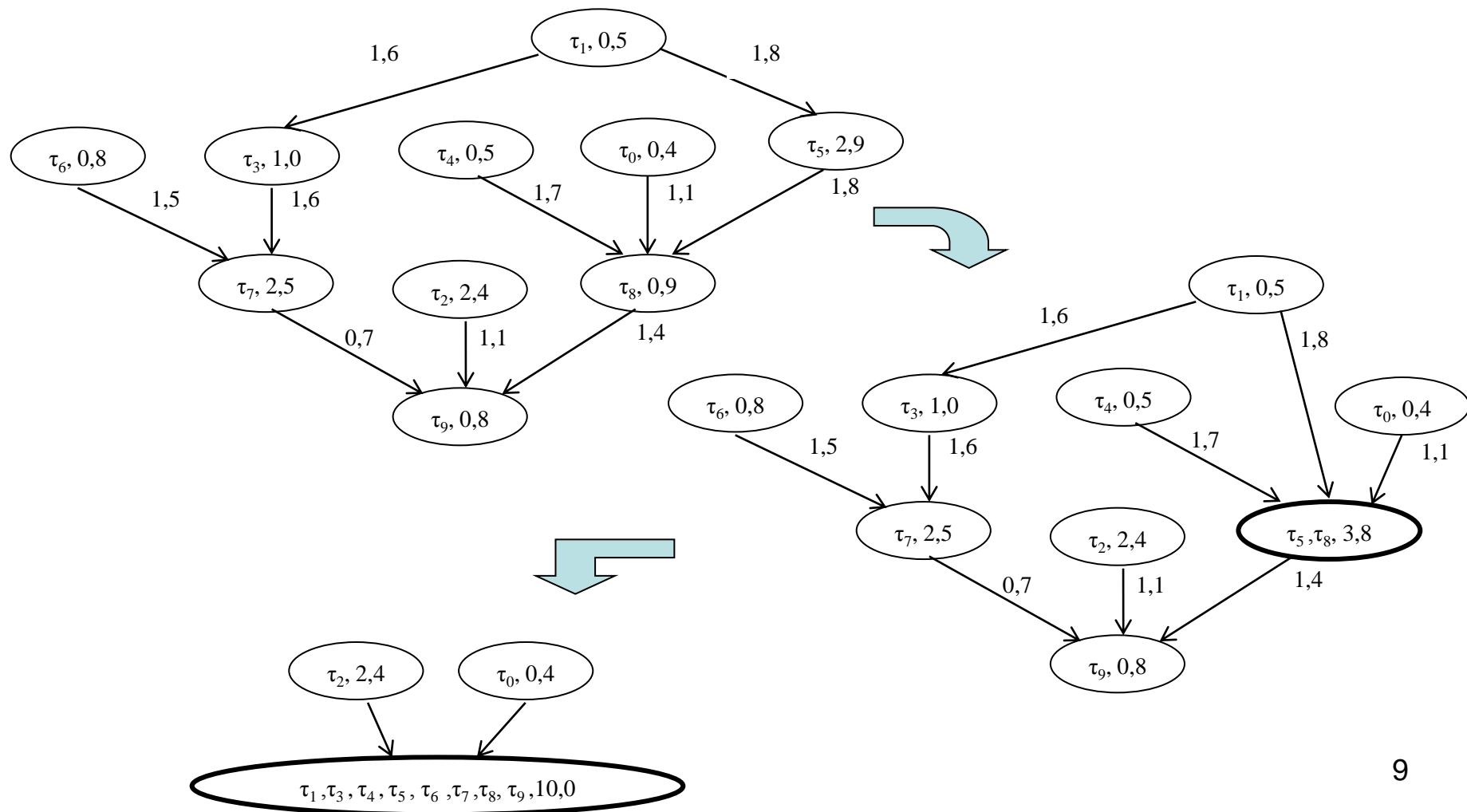


Иллюстрация работы кластерного алгоритма

Принцип: назначение на один процессор в первую очередь пар задач, информационный обмен между которыми наиболее интенсивен.



Планирование заданий



Планирование в распределенных системах

1. **Планирование работ (job shop)** – планируется вычислительный процесс в распределенной вычислительной системе $C=(P, T)$ из m процессоров $P=(P_1, P_2, \dots, P_m)$, решающей n заданий $T=(T_1, T_2, \dots, T_n)$, для каждого из которых задана последовательность решающих его процессоров V_j (последовательность посещений).
2. **Планирование потоков (flow shop)** – планирование работ с одинаковыми последовательностями посещений.



Постановка задачи оптимального планирования

Дано:

- Распределенная вычислительная система $S=(P, T)$ из n процессоров $P = \{P_1, P_2, \dots, P_n\}$, решающая m заданий $T=(\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_n)$ равного приоритета.
- Каждое задание состоит из n задач (по числу процессоров), для каждого из которых известна длительность выполнения $\{e_{ij} | i=1, 2, \dots, n; j=1, 2, \dots, m\}$ и которые связаны иерархическим отношением предшествования.
- Длительности межзадачных обменов учтены в длительностях задач.

Построить:

план, оптимальный по критерию минимума общего времени выполнения всех задач.

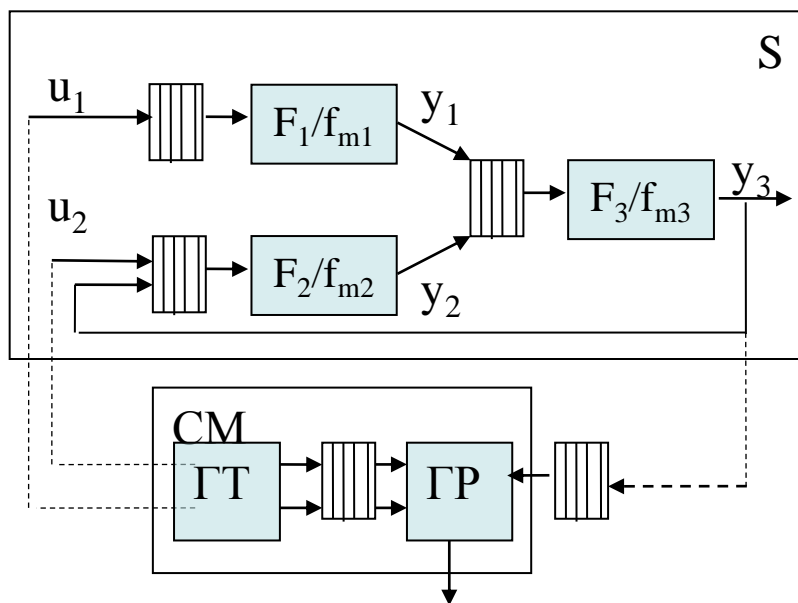
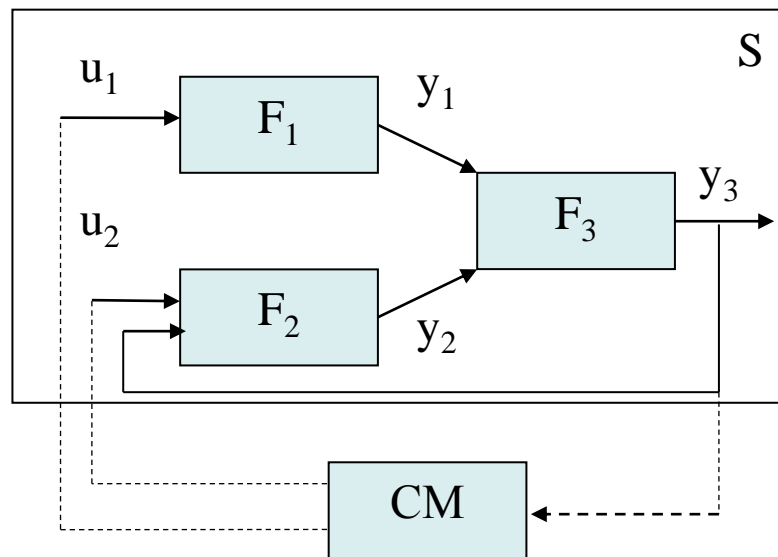


Идея алгоритма планирования

1. Планирование групп равноприоритетных заданий.
 - Вводятся в рассмотрение три узких класса распределенных систем, для которых известны быстрые оптимальные алгоритмы планирования (разрешимые классы).
 - Алгоритм планирования сформулирован как пошаговый. При этом на каждом шаге определяется очередное задание, включаемое в план.
 - Выбор включаемого задания осуществляется в соответствии с оптимальным алгоритмом планирования того разрешимого класса систем, к которому наиболее близко множество неразмещенных в плане заданий. Степень близости определяется из анализа задач, принадлежащих критическому пути заданий.
2. Объединение планов групп равноприоритетных заданий в общий план с помощью статистического алгоритма планирования (RMS-алгоритма).

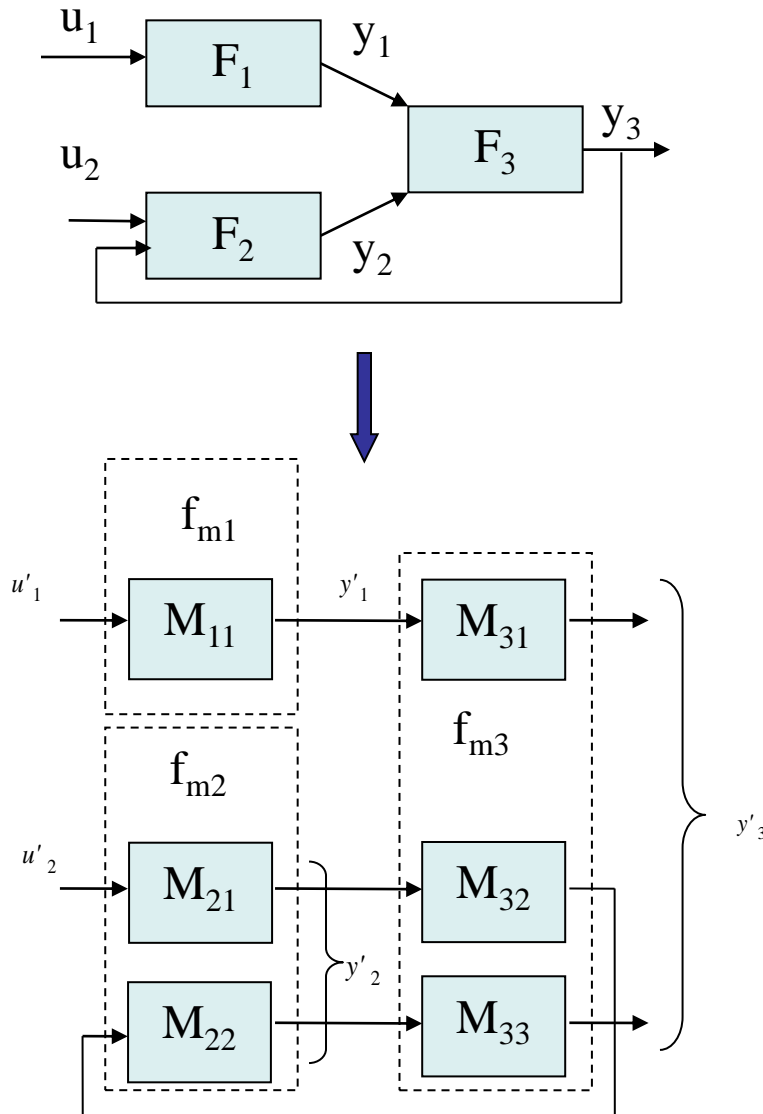
Мониторинг параллельных вычислений

Постановка задачи событийного мониторинга



1. Событийная модель организации вычислений.
2. Вычисления происходят в реальном времени.
3. Тестовый мониторинг в процессе функционирования системы по прямому назначению.
4. Введение в каждый ПМ системы алгоритмической избыточности (f_{m1} , f_{m2} , f_{m3}) для целей мониторинга.
5. Класс обнаруживаемых нарушений: всевозможные изменениями множеств ПМ, участвующих в конкретных обменах (в этот класс входят, в частности, пропадание и появление новых обменов, что может приводить и к перестановке ПМ в некотором вычислительном пути).

Покрытие информационного графа модели системы



1. Найти по информационному графу системы множество вычислительных путей, составляющих покрытие его ребер.
2. Сопоставить в модели системы с каждым путем цепь из такого числа динамических звеньев M , через сколько ПМ проходит данный путь.

Случайная генерация графов
заданий для исследования
эффективности алгоритмов

Генерация на основе библиотеки деревьев

(назначение)

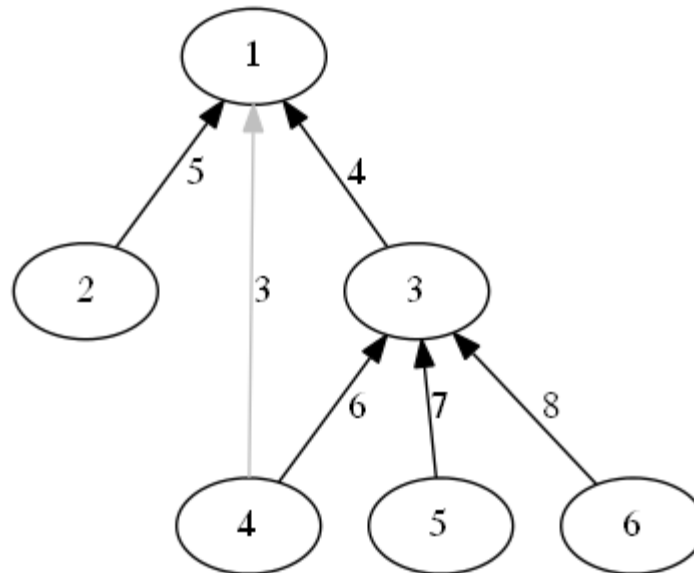


- Формирование примеров на основе библиотеки иерархических структур заданий путем случайного выбора структуры задания и далее случайной генерации длительностей задач.
- Библиотека включает 30 различных структур заданий. Среди них задания, содержащие от 1 до 10 задач. Причем для заданий, содержащих до 5 задач, в библиотеке представлены все возможные структуры.

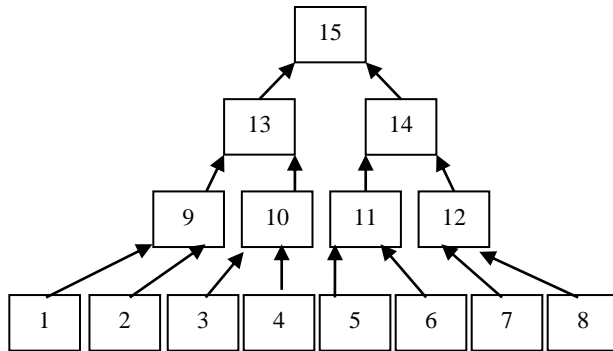
Случайная генерация графов с заданным числом базовых циклов (назначение)



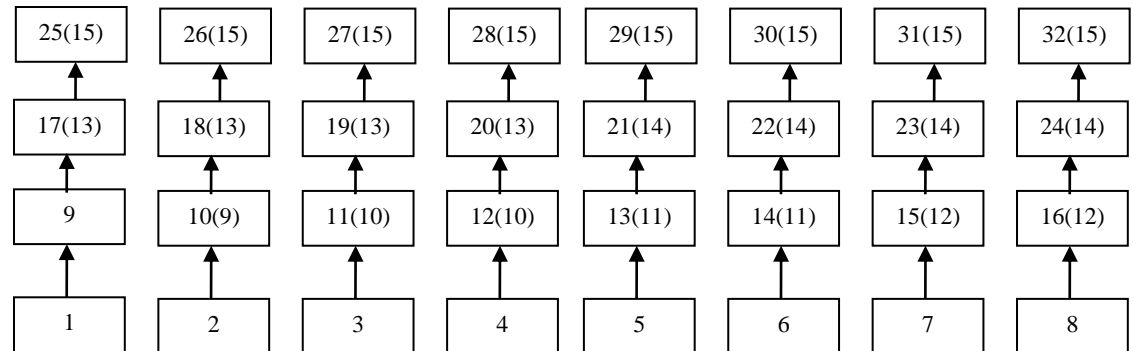
- Генерация остовного дерева.
- Добавление заданного числа замыкающих ребер.



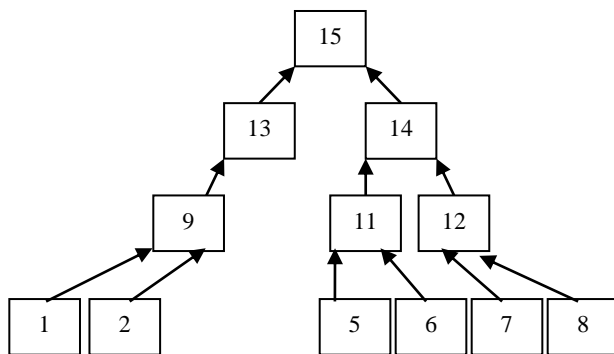
Генерация на основе фиксированного сбалансированного дерева (планирование flow-shop)



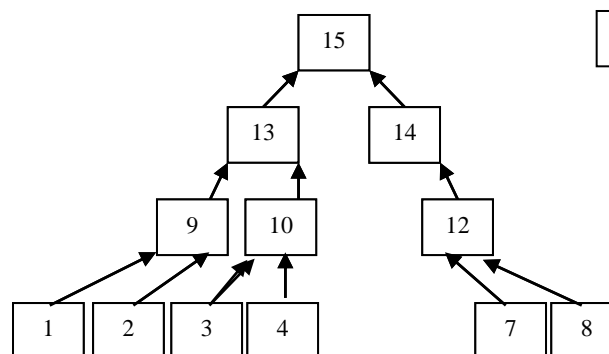
а)



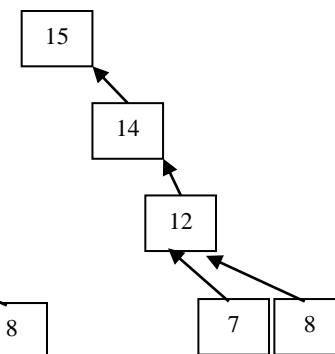
б)



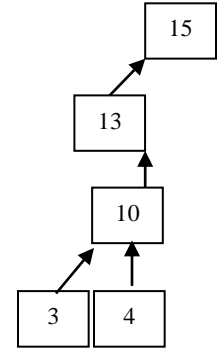
в)



г)



д)

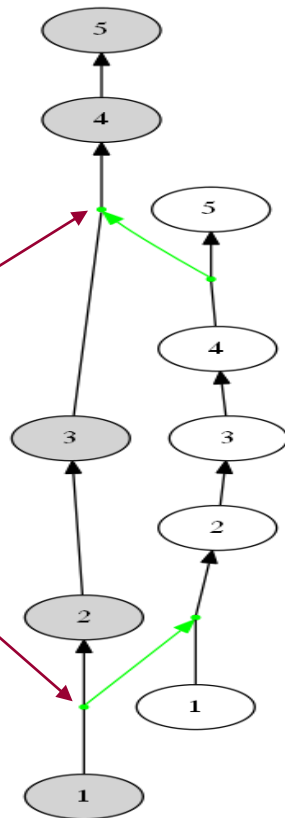


е)

Случайная генерация реализуемых двухполюсных ориентированных графов (мониторинг)

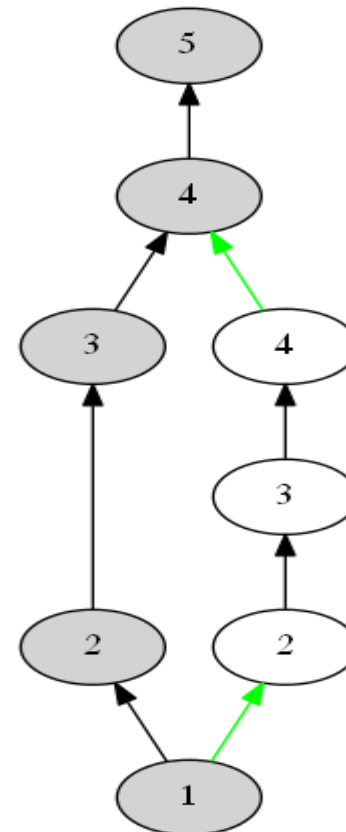


Базисные пути



Случайно
выбираемые
точки
ветвления

Результирующий граф





Спасибо за внимание!